

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЮ

В зависимости от конкретных организационных и экономических условий работы предприятий целью оптимизационных расчетов может стать энергосбережение. В наиболее общем виде функция цели

$$E \Rightarrow \min,$$

где E – энергия, потребляемая станком.

Энергию, потребляемую станком, можно представить в виде суммы энергий

$$E = E_p + E_m + E_n,$$

где E_p – энергия резания (является наибольшей составляющей частью E), E_m – составляющая энергии, прямо пропорциональная машинному времени τ_m , и E_n – составляющая энергии, постоянная для конкретной операции (в дальнейшем она может быть исключена из оптимизационной системы).

Введем в качестве критерия оптимальности переменную часть энергии – технологическую энергию E_t

$$E_t = E_p + E_m \Rightarrow \min.$$

Для определения величины энергии резания E_p необходимо определить мощность резания N_p , для чего можно воспользоваться известными методиками расчета. Эти методики используют в формулах для расчета N_p одну составляющую силы резания – P_z , а две остальных – P_y и P_x , – учитываются в виде некоторой доли от P_z : принимается, что результирующая сила $R=(1,1-1,2) P_z$.

Введем зависимость

$$N_p = C_1 P_z v.$$

Составляющая силы резания P_z определяется по формуле

$$P_z = C_2 v^x s^y t^z,$$

где s , v и t – подача, скорость и глубина резания, C_2 – постоянный коэффициент.

Машинное время τ_m может быть определено по формуле

$$\tau_m = C_3 v^{-1} s^{-1}.$$

Тогда

$$E_p = C_4 v^x s^{y-1} t^z,$$

или через частоту вращения заготовки

$$E_p = C_5 n^x s^{y-1} t^z.$$

При определении показателей степеней x , y , z и постоянных величин, входящих как множители в коэффициенты C_i , рекомендуется использовать данные стандартов и справочников.

После преобразования приведенных формул, получим функцию цели в следующем виде:

$$E_{\tau} = C_5 n^x s^{y-1} t^z + C_6 n^{-1} s^{-1}.$$

Проанализируем степень влияния режимов обработки на энергопотребление. Анализ литературы показывает, что при токарной обработке наружной цилиндрической поверхности деталей из конструкционных сталей быстрорежущим, твердосплавным и минералокерамическим инструментом показатели степени находятся в диапазоне $x = -0,08 \text{--} 0,16$, $y = 0,7 \text{--} 0,95$, то есть характерно монотонное убывание E_{τ} при возрастании режимов обработки. При нарезании резьбы показатель степени при скорости резания изменяется в диапазоне $x = 0,7 \text{--} 0,82$ и экстремум функции E_{τ} определяет оптимальную скорость резания V_o .

Вывод: разработанная методика оптимизации позволяет работать в режиме энергосбережения в условиях жесткого ограничения расхода электроэнергии.